

Docket No.: R2184.0267/P267  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Koubun Sakagami, et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.:

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: MULTI-LEVEL DATA PROCESSING  
METHOD AND APPARATUS

Examiner: Not Yet Assigned

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

MS Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following  
prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2002-316826	October 30, 2002

Application No.: Not Yet Assigned

Docket No.: R2184.0267/P267

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: October 20, 2003

Respectfully submitted,

By 

Mark J. Thronson

Registration No.: 33,082

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &  
OSHINSKY LLP

2101 L Street NW

Washington, DC 20037-1526

(202) 785-9700

Attorney for Applicant

Japan Patent Office

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application:      October 30, 2002

Application Number:      Japanese Patent Application  
                                 No.2002-316826

[ST.10/C]:                [JP2002-316826]

Applicant(s):             RICOH COMPANY, LTD.

July 23, 2003

Commissioner,  
Japan Patent Office

Yasuo Imai (Seal)

Certificate No.2003-3058301

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2002年10月30日  
Date of Application:

出願番号                      特願2002-316826  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP 2002-316826]

出願人                      株式会社リコー  
Applicant(s):

2003年 7月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号    出証特2003-3058301

【書類名】 特許願

【整理番号】 0205203

【提出日】 平成14年10月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/00

【発明の名称】 多値データ処理方法及び装置

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号  
                        株式会社 リコー内

    【氏名】 阪上 弘文

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号  
                        株式会社 リコー内

    【氏名】 清水 明彦

【特許出願人】

    【識別番号】 000006747

    【氏名又は名称】 株式会社 リコー

    【代表者】 桜井 正光

【代理人】

    【識別番号】 100085660

    【氏名又は名称】 鈴木 均

    【電話番号】 03-3380-7533

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 060613

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0201246

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多値データ処理方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2 値データを 1 シンボルが  $n$  ビット ( $n \geq 2$  である整数) からなる多値データに変換する多値データ処理方法であって、

$\{(n-1) \times m\}$  ビット ( $m \geq 2$  である整数) の 2 値データを  $m$  シンボルの多値データの上位  $(n-1)$  ビットに配置し、

さらに、 $(m-k)$  ビット ( $m > k \geq 1$  である整数) の 2 値データを所定の規則で  $m$  ビットに変換して前記  $m$  シンボルの多値データの下位 1 ビットに配置して

$(n \times m - k)$  ビットの 2 値データを  $m$  シンボルからなる 1 セットの多値データに変換することを特徴とする多値データ処理方法。

【請求項 2】 請求項 1 の多値データ処理方法であって、前記  $k$  が  $k = 2$  であることを特徴とする多値データ処理方法。

【請求項 3】 請求項 1 或いは 2 の多値データ処理方法であって、 $(m-k)$  ビットの 2 値データを  $m$  ビットに変換する時に、他のセット内のデータを関係付けることを特徴とする多値データ処理方法。

【請求項 4】 請求項 1 或いは 2 或いは 3 の多値データ処理方法で変換された多値データと、連続する  $M$  個 ( $M \geq 3$  である整数) の多値データの 2 の  $(M \times n)$  乗通りの組合せを含むテストデータとを混合することを特徴とする多値データ処理方法。

【請求項 5】 請求項 4 の多値データ処理方法によって多値データが記録された情報記録媒体からの再生信号から多値データを再生する多値データ処理方法であって、

テストデータの再生信号を入力して多値データの信号値を記憶し、

2 値データが変換された多値データの再生信号を入力して、

多値データの信号値と記憶した信号値との誤差を算出し、

セット内の各シンボルの判定候補として誤差が最小である多値データを第 1 候補、次に小さい多値データを第 2 候補とし、

各シンボル毎の第1候補と第2候補を使用して  $(m-k)$  ビットの2値データを  $m$  ビットに変換した所定の規則に従ってセット内の  $m$  シンボルの多値データ系列の候補を生成し、

各シンボルの信号値と候補の多値データに対応する記憶した信号値との誤差を算出し、

1 候補の  $m$  シンボル分の誤差の合計が最小になる多値データ系列を再生多値データとして出力することを特徴とする多値データ処理方法。

【請求項6】 2 値データを1シンボルが  $n$  ビット ( $n \geq 2$  である整数) からなる多値データに変換する多値データ処理装置であって、

$\{(n-1) \times m\}$  ビット ( $m \geq 2$  である整数) の2値データを  $m$  シンボルの多値データの上位  $(n-1)$  ビットに配置する手段と、

さらに、 $(m-k)$  ビット ( $m > k \geq 1$  である整数) の2値データを所定の規則で  $m$  ビットに変換する手段と、

前記  $m$  ビットのデータを前記  $m$  シンボルの多値データの下位1ビットに配置する手段とを含み、

$(n \times m - k)$  ビットの2値データを  $m$  シンボルからなる1セットの多値データに変換することを特徴とする多値データ処理装置。

【請求項7】 請求項6の多値データ処理装置であって、前記  $k$  が  $k = 2$  であることを特徴とする多値データ処理装置。

【請求項8】 請求項6 或いは7の多値データ処理装置であって、 $(m-k)$  ビットの2値データを  $m$  ビットに変換する時に、他のセット内のデータを関係付けることを特徴とする多値データ処理装置。

【請求項9】 請求項6 或いは7 或いは8の多値データ処理装置であって、更に、連続する  $M$  個 ( $M \geq 3$  である整数) の多値データの2の  $(M \times n)$  乗通りの組合せを含むテストデータを生成する手段と、

前記テストデータと変換された多値データとを切換えて出力する手段とを含むことを特徴とする多値データ処理装置。

【請求項10】 請求項4の多値データ処理方法によって多値データが記録された情報記録媒体からの再生信号から多値データを再生する多値データ処理装



置であって、

テストデータの再生信号を入力して多値データの信号値を記憶する手段と、

2 値データが変換された多値データの再生信号を入力して多値データの信号値と記憶した信号値との誤差を算出する手段と、

セット内の各シンボルの判定候補として、誤差が最小である多値データを第 1 候補、次に小さい多値データを第 2 候補とする手段と、

各シンボル毎の第 1 候補と第 2 候補を使用して  $(m-k)$  ビットの 2 値データを  $m$  ビットに変換した所定の規則に従ってセット内の  $m$  シンボルの多値データ系列の候補を生成する手段と、

各シンボルの信号値と候補の多値データに対応する記憶した信号値との誤差を算出する手段と、

1 候補の  $m$  シンボル分の誤差の合計が最小になる多値データ系列を再生多値データとして出力する手段とを含む事の特徴とする多値データ処理装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

この発明は、光ディスク等の情報記録媒体に多値データを記録再生する際の多値データ処理方法及び装置に関し、特に、多値データをより正しく再生できる多値データ処理方法及び装置に関するものである。

#### 【0002】

#### 【従来の技術】

従来、情報記録媒体に連続する複数個（3 個）の多値データの全組合せのテストデータを記録しておき、多値データ再生時にテストデータの再生信号値を記憶したテーブルを作成し、再生した多値データの信号値とテーブル上の信号値との誤差が最小になる多値データを再生多値データとして出力する多値データ処理方法があった。

また、前記のようなテーブルを使用して多値データを判定する時に、連続 3 個の両端の多値データを固定しきい値で判定した後、中央の多値データの再生信号値とテーブル上の信号値との誤差が最小になる多値データを再生多値データとし

て出力する多値データ処理方法があり、判定精度を向上させてテーブルをコンパクトにすることができる。

さらに、複数の多値データを1セットとして扱い、各多値データの上位ビットには2値データをそのまま配置し、下位1ビットに所定の変換ルールによるデータを配置することによって2値データを多値データに変換して、その多値データの再生時には、下位1ビットが誤りやすいため、所定の変換ルールに従ったデータであることを利用して多値データを判定する多値データ処理方法があった。

この多値データ処理方法は、 $n$  ( $n \geq 2$ ) ビット/シンボルの多値データを記録/送信する時に、 $m$  ( $m \geq 2$ ) シンボルを1セットとして、各シンボルの上位  $(n-1)$  ビット  $\times m$  シンボル =  $\{(n-1) \times m\}$  ビットに任意の2値データを配置し、下位1ビット  $\times m$  シンボル =  $m$  ビットに、「 $(m-1)$  ビットを  $m$  ビットに変換(所定の変換ルールに相当する)」した2値データを配置することにより、所定の変換ルールによって1ビットの冗長データが発生するが、多値データの判定精度を向上させることができる。

さらにまた、前記の処理では下位1ビットに所定の変換ルールによるデータを配置しており、多値データの再生時のデータ誤りが下位1ビット以下である時に効果があるが、それを超えると誤判定が発生する。そこで、それを下位  $k$  ビットに拡張した多値データ処理方法も提案されている。

この多値データ処理方法は、 $n$  ( $n \geq 2$ ) ビット/シンボルの多値データを記録/送信する時に、 $m$  ( $m \geq 2$ ) シンボルを1セットとして、各シンボルの上位  $(n-k)$  ビット  $\times m$  シンボル =  $\{(n-k) \times m\}$  ビット ( $k \geq 1$  かつ  $n > k$ ) に任意の2値データを配置し、下位  $k$  ビット  $\times m$  シンボル =  $(m \times k)$  ビットに、「 $(m \times k - 1)$  ビットを  $(m \times k)$  ビットに変換(所定の変換ルールに相当する)」した2値データを配置することにより、下位  $k$  ビットに拡張することによって、データの伝送路(光ディスクなどの情報記録媒体や通信路)に誤りが多く発生する性質があっても判定精度を向上させることができる。

### 【0003】

上述した従来の多値データ処理方法は、多値データを連続して記録した時に生ずる符号間干渉をデータ間の相関関係として捕らえた一種のパターン認識的な手

法であり、多値数が多くなる場合や再生信号のノイズが多い場合等には、テーブル上の各パターンの区別があいまいになって誤判定し易いという問題があった。

また、多値データを再生する時には、再生信号に対して波形等化を行って符号間干渉を除去した後、固定したしきい値によって多値データの判定候補を出力し、その後、各多値データの下位ビットのデータが所定の変換ルールに従っている候補を選択し、誤差が最小になる多値データを再生多値データとして出力するので、実際には波形等化後も符号間干渉は若干残り、固定したしきい値による多値データの判定候補の出力時に誤りが起こる場合があり、最終的な再生多値データも誤る場合があるという問題があった。

そこで、以下に述べる第 1 の多値データ判定方法と第 2 の多値データ判定方法とを並列に実行し、妥当性の高い方の判定結果を出力する方法が同じ出願人より提案されている（特願 2 0 0 2 - 0 1 1 1 6 0 「多値データ処理方法と多値データ処理装置と記録媒体」）。図 1 3 に、この多値データ処理方法の処理の流れを示すブロック図を示す。

#### 【 0 0 0 4 】

##### （ 1 ） 第 1 の多値データ判定方法（ S 1 0 1 ）

情報記録媒体に多値データを記録する時に、ユーザーデータとしての多値データの他に、連続する複数個（ 3 個）の多値データの全組合せのテストデータを記録する。多値データ判定時には、まずテストデータの再生信号値を記憶したテーブルを作成し、次にユーザーデータの多値データの再生信号値とテーブル上の信号値との誤差が最小になる多値データを判定結果として出力する。

この判定方法は、多値データを連続して記録した時に生ずる符号間干渉を、データ間の相関関係として捕らえた一種のパターン認識的な手法であるが、再生信号のノイズ等により、テーブル上の各パターンの区別があいまいになり、誤判定する場合がある。

##### （ 2 ） 第 2 の多値データ判定方法（ S 1 0 3 ）

ユーザーデータとしての多値データは、情報記録媒体に記録される時に、2 値データから多値データに変換される。複数個の多値データを 1 セットとして扱い、各多値データの上位ビット側には 2 値データをそのまま配置し、下位ビット側

に所定の変換ルールによるデータを配置する。多値データの判定時には、下位ビットが誤りやすいため、所定の変換ルールに従ったデータである事を利用して、多値データを判定する。

#### 【0005】

次に、1セット内の各シンボルの多値データの判定候補を、所定の変換ルールに従って生成し、判定候補の基準値と再生信号値との誤差が最小になる候補を判定結果として出力する（S105）。所定の変換ルールにより、1ビットの冗長データが発生するが、多値データの判定精度は向上する。

次に、多値データを再生する時には、再生信号に対して波形等化を行って符号間干渉を除去した後、固定したしきい値によって多値データの判定候補を生成する。その後、各多値データの下位ビットのデータが所定の変換ルールに従っている候補を選択し、誤差が最小になる多値データを再生多値データとして出力している。実際には、波形等化後も符号間干渉は若干残り、固定したしきい値による多値データの判定候補の生成時に誤りが起こる場合があり、最終的な判定結果も誤る場合がある。又、所定の変換ルールでは、前のセット内のデータも関連するので、エラーが複数セットに渡って伝搬する場合がある。

ユーザーデータの多値データは、所定の変換ルールに従っているので、第1の多値データ判定方法による判定結果の多値データが所定の変換ルールに合致していれば、妥当性は高いとして第1の多値データ判定方法による出力データを出力する。第1の多値データ判定方法による出力データが所定の変換ルールに合致していなければ、第2の多値データ判定方法による出力データを出力する（S107）。

これにより、第1の多値データ判定方法の出力が所定の変換ルールに従っていない場合の誤りを防止できる。更に、第1の多値データ判定方法による出力データが所定の変換ルールに合致していれば、第2の多値データ判定方法における固定したしきい値による多値データの判定候補の生成時の誤りや、エラーの伝搬を防止できる。

【特許文献1】特願 2002-011160

#### 【0006】

**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、前記従来技術には以下のような問題点があった。

すなわち、第1の多値データ判定方法による判定結果の多値データが所定の変換ルールに合致していなくて、第2の多値データ判定方法による判定結果の多値データを出力した場合に、データが誤る場合がある。これは、固定したしきい値による多値データの判定候補の生成時に誤りがあると、最終的な再生多値データも誤るためである。

本発明の目的は、多値データをより正しく再生できる多値データ処理方法及び装置を提供することである。

**【0007】****【課題を解決するための手段】**

上述の目的を達成するために、請求項1記載の発明は、2値データを1シンボルが $n$ ビット ( $n \geq 2$ である整数) からなる多値データに変換する多値データ処理方法であって、 $\{(n-1) \times m\}$  ビット ( $m \geq 2$ である整数) の2値データを $m$ シンボルの多値データの上位  $(n-1)$  ビットに配置し、さらに、 $(m-k)$  ビット ( $m > k \geq 1$ である整数) の2値データを所定の規則で $m$ ビットに変換して前記 $m$ シンボルの多値データの下位1ビットに配置して、 $(n \times m - k)$  ビットの2値データを $m$ シンボルからなる1セットの多値データに変換することを特徴とする。

したがって、 $(m-k)$  ビットの2値データを $m$ ビットに変換し、セット内の多値データの下位1ビットに配置して、 $k$  ビットの冗長ビットを付加して2値データを多値データに変換しているので、多値データ判定時の判定候補数が $1/2^k$  になり、誤判定を低減できる。

また、請求項2記載の発明は、請求項1の多値データ処理方法であって、前記 $k$  が $k=2$ であることを特徴とする。

したがって、前記 $k$  を $k=2$ としているので、多値データ判定時の判定候補数が $1/4$  になり、従来技術の $1/2$  より判定候補数が減っているので、より誤判定を低減できる。

また、請求項3記載の発明は、請求項1或いは2の多値データ処理方法であっ

て、 $(m-k)$  ビットの 2 値データを  $m$  ビットに変換する時に、他のセット内のデータを関係付けることを特徴とする。

したがって、2 値データを多値データに変換する時に他のセットのデータを関連付けて変換しているので、多値データ判定時に、複数セットを加味した多値判定が行え、誤判定をより低減できる。

#### 【0008】

また、請求項 4 記載の発明は、請求項 1 或いは 2 或いは 3 の多値データ処理方法で変換された多値データと、連続する  $M$  個 ( $M \geq 3$  である整数) の多値データの 2 の ( $M \times n$ ) 乗通りの組合せを含むテストデータとを混合することを特徴とする。

したがって、前記多値データ処理方法で変換された多値データとテストデータとを混合しているので、多値判定時に、テストデータを用いたパターン認識による多値判定方法 (第 1 の多値データ判定方法) と、2 値-多値変換ルールに基づいた多値判定方法 (第 2 の多値データ判定方法) とを組合せた判定方法が行えるので、多値データ判定時の誤判定をより低減できる。

また、請求項 5 記載の発明は、請求項 4 の多値データ処理方法によって多値データが記録された情報記録媒体からの再生信号から多値データを再生する多値データ処理方法であって、テストデータの再生信号を入力して多値データの信号値を記憶し、2 値データが変換された多値データの再生信号を入力して、多値データの信号値と記憶した信号値との誤差を算出し、セット内の各シンボルの判定候補として誤差が最小である多値データを第 1 候補、次に小さい多値データを第 2 候補とし、各シンボル毎の第 1 候補と第 2 候補を使用して  $(m-k)$  ビットの 2 値データを  $m$  ビットに変換した所定の規則に従ってセット内の  $m$  シンボルの多値データ系列の候補を生成し、各シンボルの信号値と候補の多値データに対応する記憶した信号値との誤差を算出し、1 候補の  $m$  シンボル分の誤差の合計が最小になる多値データ系列を再生多値データとして出力することを特徴とする。

したがって、前記第 1 の多値データ判定方法によって決定された各シンボルの判定候補の第 1 候補と第 2 候補とを使用して、第 2 の多値データ判定方法での 1 セット内のシンボル値系列の判定候補を生成しているので、従来技術における、固

定したしきい値による多値データの判定候補の生成時の誤りを低減できる。

#### 【0009】

また、請求項6記載の発明は、2値データを1シンボルが $n$ ビット ( $n \geq 2$ である整数) からなる多値データに変換する多値データ処理装置であって、 $\lfloor (n-1) \times m \rfloor$  ビット ( $m \geq 2$ である整数) の2値データを $m$ シンボルの多値データの上位  $(n-1)$  ビットに配置する手段と、さらに、 $(m-k)$  ビット ( $m > k \geq 1$ である整数) の2値データを所定の規則で $m$ ビットに変換する手段と、前記 $m$ ビットのデータを前記 $m$ シンボルの多値データの下位1ビットに配置する手段とを含み、 $(n \times m - k)$  ビットの2値データを $m$ シンボルからなる1セットの多値データに変換することを特徴とする。

したがって、 $(m-k)$  ビットの2値データを $m$ ビットに変換し、セット内の多値データの下位1ビットに配置して、 $k$ ビットの冗長ビットを付加して2値データを多値データに変換する装置であるので、多値データ判定時の判定候補数が $1/2^k$ になり、誤判定を低減できる。

また、請求項7記載の発明は、請求項6の多値データ処理装置であって、前記 $k$ が $k=2$ であることを特徴とする。

したがって、前記 $k$ を $k=2$ としているので、多値データ判定時の判定候補数が $1/4$ になり、従来技術の $1/2$ より判定候補数が減っているので、より誤判定を低減できる。

また、請求項8記載の発明は、請求項6或いは7の多値データ処理装置であって、 $(m-k)$  ビットの2値データを $m$ ビットに変換する時に、他のセット内のデータを関係付けることを特徴とする。

したがって、2値データを多値データに変換する時に他のセットのデータを関連付けて変換している装置であるので、多値データ判定時に、複数セットを加味した多値判定が行え、誤判定をより低減できる。

#### 【0010】

また、請求項9記載の発明は、請求項6或いは7或いは8の多値データ処理装置であって、更に、連続する $M$ 個 ( $M \geq 3$ である整数) の多値データの2の $(M \times n)$  乗通りの組合せを含むテストデータを生成する手段と、前記テストデータ

と変換された多値データとを切換えて出力する手段とを含むことを特徴とする。

したがって、変換された多値データとテストデータとを混合して出力できる装置であるので、多値判定時に、テストデータを用いた第1の多値データ判定方法と、第2の多値データ判定方法とを組合せた判定方法が行えるので、多値データ判定時の誤判定をより低減できる。

また、請求項10記載の発明は、請求項4の多値データ処理方法によって多値データが記録された情報記録媒体からの再生信号から多値データを再生する多値データ処理装置であって、テストデータの再生信号を入力して多値データの信号値を記憶する手段と、2値データが変換された多値データの再生信号を入力して多値データの信号値と記憶した信号値との誤差を算出する手段と、セット内の各シンボルの判定候補として、誤差が最小である多値データを第1候補、次に小さい多値データを第2候補とする手段と、各シンボル毎の第1候補と第2候補を使用して $(m-k)$ ビットの2値データを $m$ ビットに変換した所定の規則に従ってセット内の $m$ シンボルの多値データ系列の候補を生成する手段と、各シンボルの信号値と候補の多値データに対応する記憶した信号値との誤差を算出する手段と、1候補の $m$ シンボル分の誤差の合計が最小になる多値データ系列を再生多値データとして出力する手段とを含む事の特徴とする。

したがって、第1の多値データ判定方法によって決定された各シンボルの判定候補の第1候補と第2候補とを使用して、第2の多値データ判定方法での1セット内のシンボル値系列の判定候補を生成する装置であるので、従来技術における、固定したしきい値による多値データの判定候補の生成時の誤りを低減できる。

#### 【0011】

要約すると、本発明は、以下の2点の改善により前記目的を達成する。

- (1) 2値データを多値データに変換する時の変換ルールによって付加される冗長データのビット数を、 $k$ ビット ( $m > k \geq 1$ である整数) にする (請求項1)。
- (2) 第2の多値データ判定方法における多値データの判定候補の生成時に、固定したしきい値を使わず、第1の多値データ判定方法の結果を使う (請求項5)。



すなわち、前記（１）の改善は、冗長データを増やすことにより、逆に判定候補数を減らす効果があり、誤判定を減らせる。（２）の改善は、「第１の多値データ判定方法による判定結果は、テーブル上の信号値との誤差が最小になる第１候補であるが、誤差が次に小さい第２候補が正しい場合が多い。」という実験結果に起因する。

## 【 0 0 1 2 】

### 【発明の実施の形態】

以下に添付の図を参照してこの発明の実施形態を詳細に説明する。

図１は、本発明による多値データ処理装置を含む光ディスク装置の一実施形態の概略ブロック図である。

図１に示すように、この光ディスク装置１は、らせん状又は同心円上のトラックが形成されトラックにそってマークを記録する媒体である光ディスク（情報記録媒体）３を回転させるモーター５と、レーザー光スポットを照射して光ディスク３にマークを記録し記録されたマークをレーザー光スポットで走査して電気信号を出力する光ヘッド７と、光ヘッドから出力された電気信号を演算増幅し光ディスク３上のマークに対応した再生信号やレーザー光スポットが光ディスク３の記録面に焦点が合っているかを示すフォーカスエラー信号やレーザー光スポットがトラックにそって走査しているかを示すトラッキングエラー信号やトラックの蛇行に対応した信号等を出力する演算増幅回路９と、フォーカスエラー信号やトラッキングエラー信号やトラックの蛇行に対応した信号によりレーザー光スポットを光ディスク３の記録面に焦点を合わせ正しくトラックを走査させ光ディスク３を線速度一定又は角速度一定に回転させるサーボ回路１１とを有している。

そして、この光ディスク装置１は、さらに、入力した２値データに対し誤り訂正を行なうためのデータを付加する誤り訂正用データ付加回路１３と、誤り訂正用データ付加回路１３より入力した２値データを多値データに変換する多値化回路１５と、所定量のデータの区切りを示すための同期信号を付加する同期信号付加回路１７と、入力した多値データに対応した大きさのマークとスペース（多値データ＝０：何も記録しない）を示す信号を出力する変調回路１９と、変調回路１９から出力された信号に従ってレーザー光で光ディスク３にマークを記録する

ための信号を出力するレーザー駆動回路 21 と、演算増幅回路 9 からの再生信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路 23 と、再生信号中の同期信号を検出し多値データに同期したクロック信号を出力する PLL (Phase Locked Loop) および同期検出回路 25 と、波形等化を行う波形等化回路 27 と、多値データを判定する多値判定回路 29 と、多値データを 2 値データに変換する多値-2 値変換回路 31 と、誤り訂正用データを用いて誤り訂正を行う誤り訂正回路 33 とを有している。

なお、図示していないが、光ヘッド 7 を光ディスク 3 の半径方向に移動させ、光ディスク上のデータをサーチする機構も備わっている。更に、コンピュータ用の情報記憶装置として使用するためのインターフェース回路や、光ディスク装置全体の動作制御を行うマイクロプロセッサ等は図示を省略されている。

### 【0013】

次に、前記光ディスク装置 1 の動作について説明する。まず、2 値データを多値化して光ディスク 3 に記録する場合の動作を説明する。

誤り訂正用データ付加回路 13 へ入力された 2 値データは、所定量のブロックに分割され、誤り訂正用のデータが付加され、その後、多値化回路 15 で多値データに変換され、更に、同期信号付加回路 17 で同期信号が付加される。同期信号が付加された多値データの各値に対応したマークを光ディスクに記録するために、変調回路 19 でレーザーを駆動する信号が生成され、光ヘッド 7 によりマークが光ディスク 3 に記録される。

次に、光ディスク 3 から多値信号を読み出して、多値判定を行い、2 値データとして出力する場合の動作を説明する。

光ヘッド 7 により一定強度のレーザー光が光ディスク 3 に照射され、その反射光が光電変換されて電気信号が得られる。得られた信号が演算増幅回路 9 に入力され、サーボ回路 11 により光ディスク 3 が安定して回転され、光ヘッド 7 のトラッキングやフォーカス制御が行なわれ、多値信号が再生され、再生された多値信号から同期信号が検出され、PLL 回路および同期検出回路 25 により多値データに同期したクロックが生成され、A/D 変換回路 23 によりデジタルデータが得られる。その後、波形等化回路 27 により波形等化が行なわれ、多値判定回路

29により判定結果の多値データが出力され、多値-2値変換回路31で2値データに変換された後、誤り訂正回路33で誤りの検出と訂正が行なわれ、訂正後の2値データが出力される。

#### 【0014】

本発明は、図1における多値化回路15および多値判定回路29（多値データ処理装置）に特徴を持つものである。従って、以下に多値化回路15における多値化の方法および多値判定回路29における多値判定の方法について説明する。

まず、多値化回路15における多値化の方法として、任意のデータを多値データに変換する処理について説明する。

以下の説明では1個の多値データをシンボルと呼び、シンボルの取り得る値（3ビットの場合、8値であり0～7等）をシンボル値と呼ぶ。多値信号は、情報記録媒体に記録再生する時のアナログ信号を指し、多値信号をA/D（アナログ/デジタル）変換したデジタルデータを信号値と呼ぶ事にする。

この多値化の方法は、2値データを1シンボルが $n$ ビット（ $n \geq 2$ である整数）からなる多値データに変換する方法であって、 $\{(n-1) \times m\}$ ビット（ $m \geq 2$ である整数）の2値データを $m$ シンボルの多値データの上位 $(n-1)$ ビットに配置し、さらに、 $(m-k)$ ビット（ $m > k \geq 1$ である整数）の2値データを所定の規則で $m$ ビットに変換して前記 $m$ シンボルの多値データの下位1ビットに配置して、 $(n \times m - k)$ ビットの2値データを $m$ シンボルからなる1セットの多値データに変換するようにしたものである。

#### 【0015】

次に、図2を参照して2値データを多値データに変換する方法について説明する。

図2では、一例として10ビットの2値データを4シンボルの8値データに変換する場合を示した。1シンボルの多値データを3ビットとし、4シンボルを1セットとして、多値データを4シンボル（S1～S4）単位で扱う。MSBは最上位ビット（Most Significant Bit）、LSBは最下位ビット（Least Significant Bit）を示す。

まず、10ビットの2値データ（D1～D10）のD1とD2の2ビットを変

換テーブル 34 により 4 ビット (L1～L4) に変換して、多値データの LSB に配置する。2 値データの残りの 8 ビット (D3～D10) は、多値データの MSB 側に図のように配置する。

### 【0016】

変換テーブル 34 の一例を図 3 に示す。2 ビットデータ (D1、D2) を 4 ビットデータ (L1～L4) に変換するテーブルを 4 種類 ((1)～(4)) 示す。多値記録の場合、再生時のエラーはおおむね ±1 以内である事が実験結果から分かっている。例えば、0 から 7 の値をとる 8 値データでは、5 の値が 4 又は 6 として誤る場合がほとんどで、3 や 7 に誤るのはまれである。従って、多値データが誤って再生された場合は、その LSB が反転する (1 が 0 に変わる、又は 0 が 1 に変わる) 性質がある。通常のランダムデータであれば、一セット内の各シンボルの LSB (L1～L4) はランダムに変化し、16 通りのビットパターンが存在するが、図 3 に示した変換テーブルの 1 種類により L1～L4 は 4 通りのビットパターンしか存在しないという制限を付ける事で、判定する時の候補数を 1/4 に減らせ、その結果、多値判定精度を向上できる。

また、2 ビットのデータを、4 ビットのデータに変換する方法を 1 種類に限定せずに、セット毎に 2 種類を使い分けてもよい。例えば、図 3 に示した変換テーブルの (1) と (2) を選択するためのセット単位に変化する「0」と「1」からなる数値系列 P として、

$P = 0, 1, 0, 1, 0, 1, \dots$

$P = 0, 0, 1, 1, 0, 0, \dots$

等を定義して、 $P = 0$  の場合は (1) を、 $P = 1$  の場合は (2) を選択し、セット毎に変換テーブルを切替えてもよい。また、P として、初期値と生成方法を規定した乱数を使用してもよい。

更に、2 種類の変換テーブルを選択する方法として、固定した数値系列を使用するのではなく、セット内のデータを使用して次のセットの P を決定してもよい。例えば、P の初期値として、第 1 番目のセットの P (1) を「0」とし、第 i 番目 ( $i \geq 2$  である整数) のセットの P を、

$$P(i) = P(i-1) \text{ xor } (i-1) \text{ 番目のセットの } S4 \text{ の LSB (x)}$$

o r : 排他的論理和演算子)

$P(i) = \text{not}(i-1)$  番目のセットの S1 の MSB (not : 論理否定演算子)

$P(i) = (i-1)$  番目のセットの S2 の LSB

等の論理演算結果で定義する。こうする事で、多値データの判定時に、対象とするセットだけではなく、その前後の複数のセットを加味した多値判定が行え、誤りを低減できる。

以上が、多値化回路 15 における 2 値データを多値データに変換する方法である。

### 【0017】

次に、多値判定回路 29 における多値判定の方法について説明する。

ここで、前記多値データとは別に、第 1 の多値データ判定方法で使用するための、情報記録媒体に記録するテストデータについて説明する。一例として、8 値データが 3 シンボル連続する場合のテストデータを以下に示す。

**000 001 002 003 004 005 006 007**

**010 011 012 013 014 015 016 017**

**020 021 022 023 024 025 026 027**

• • • • • • • •

• • • • • • • •

**760 761 762 763 764 765 766 767**

**770 771 772 773 774 775 776 777**

これは、8 値データが 3 シンボル連続する場合の全組合せ (8 の 3 乗 = 512 通り) を記述したテストデータである。符号間干渉が隣接する前後の多値データのみに影響する場合に、3 シンボル連続する場合の全組合せを記述したテストデータを記録する。符号間干渉が、前の 2 シンボル及び後の 2 シンボルのデータに影響する場合は、5 シンボル連続する場合の全組合せ (8 の 5 乗 = 32768 通り) を記述したテストデータを記録する。

テストデータを情報記録媒体に記録するときの記録位置は、光ディスク 3 の内周部、外周部、及びその中間の中周部に記録する。或いは、光ディスク 3 の 1 周

毎に記録しても良い。或いは、一定周期毎に2値データを多値データに変換したデータの間に挿入して記録しても良い。こうする事で、光ディスク3の記録位置における再生信号の変動の影響を抑えて、安定した多値データ再生が可能になる。

#### 【0018】

次に、前記説明したテストデータと、2値データを多値データに変換したデータとを記録した情報記録媒体からデータを再生する時に、図1に示した多値判定回路29で多値判定を行う方法を以下に説明する。

まず、任意のデータを多値データに変換した場合の多値判定方法について説明する。

この多値判定方法は、多値データが記録された情報記録媒体からの再生信号から多値データを再生する方法であって、テストデータの再生信号を入力して多値データの信号値を記憶し、2値データが変換された多値データの再生信号を入力して、多値データの信号値と記憶した信号値との誤差を算出し、セット内の各シンボルの判定候補として誤差が最小である多値データを第1候補、次に小さい多値データを第2候補とし、各シンボル毎の第1候補と第2候補を使用して(m-k)ビットの2値データをmビットに変換した所定の規則に従ってセット内のmシンボルの多値データ系列の候補を生成し、各シンボルの信号値と候補の多値データに対応する記憶した信号値との誤差を算出し、1候補のmシンボル分の誤差の合計が最小になる多値データ系列を再生多値データとして出力するようにしたものである。

#### 【0019】

次に、図3の(1)の変換テーブルを用いて、図2に示した方法で2値データを多値データに変換した場合について説明する。ここでは、テストデータは、8値データが3シンボル連続する場合のテストデータを使用する。

従来技術では、図13に示すように、第1の多値判定方法と第2の多値判定方法を並列に行うが、本発明の実施形態では図4に示すように、第1の多値判定方法を行った後に第2の多値判定方法を行う。

まず、第1の多値データ判定方法(S109)について説明する。

最初に、テストデータを再生し、図5に示すテーブルを作成する。これは、テストデータにおける3シンボル連続多値データの全組合せの中央の多値データの信号値（波形等化回路の出力信号値）を記憶したテーブルである。ここで、 $T(p, q, r)$  ( $p, q, r = 0, \dots, 7$ ) は、シンボル値が  $p, q, r$  である連続3シンボルの多値データの中央の多値データの信号値を表す。信号値は、テストデータを1回再生した時の値を使っても良いし、複数回再生した時の平均値を使っても良い。

次に、多値データの判定を行う。多値データの判定は、連続する3シンボルの多値データの信号値（波形等化回路の出力信号値）を入力し、中央の多値データのシンボル値を出力する。そのために、まず前後の多値データの仮判定を行う。仮判定を行うためのしきい値は、テーブル上の値から算出する。

まず、次式によって各シンボル値 ( $s = 0, \dots, 7$ ) に対応する信号値の代表値  $L(s)$  を算出する。

【数1】

$$L(s) = \sum_{p, r=0}^7 T(p, s, r) / 64 \quad (1)$$

次に、次式によって隣接するシンボル値間のしきい値  $X(u)$  ( $u = 0, \dots, 6$ ) を算出する。

【数2】

$$X(u) = (L(u) + L(u+1)) / 2 \quad (2)$$

ここで、前後の多値データの信号値と、数式2によって決定されたしきい値とを比較して、前後の多値データを仮判定する。具体的には、前後の多値データの信号値を  $Y$  とすると、次式を満足する  $v$  を仮判定によるシンボル値とする。

【数3】

$$\begin{aligned} & \text{i) } Y \geq X(6) \text{ の場合、} v = 7 \\ & \text{ii) } X(v) > Y \geq X(v-1) \\ & \text{iii) } X(0) > Y \text{ の場合、} v = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

こうして得られた前後の多値データの仮判定結果のシンボル値を  $p$ 、 $r$  とし、中央の多値データの信号値と  $T(p, q, r)$  との誤差を、 $q = 0, \dots, 7$  について算出する。8 個の誤差の内、最小値の誤差に対応する  $q$  をそのシンボルの第 1 候補 ( $q_1$ ) とし、次に小さい誤差に対応する  $q$  をそのシンボルの第 2 候補 ( $q_2$ ) として出力する。このようにして、1 セット内の各シンボルについて、その第 1 候補と第 2 候補 ( $q_1$  と  $q_2$ ) とを出力する。従来技術の第 1 の多値データ判定方法では、第 1 候補のみを出力するが、本発明の実施形態における第 1 の多値データ判定方法では、第 1 候補と第 2 候補を出力する。

#### 【0020】

次に、第 2 の多値データ判定方法 (S111) についてを説明する。

ここでは、第 1 の多値データ判定方法 (S109) によって決定された各シンボルの第 1 候補と第 2 候補を入力して、最終判定を行い再生多値データを出力する。

図 6 (a) の表に、入力した 1 セット内の各シンボルの第 1 候補と第 2 候補 ( $q_1$  と  $q_2$ ) の例を示す。そして、図 3 の (1) の変換テーブルに基づいて、各シンボルの第 1 候補と第 2 候補を使用して、1 セット内の 4 シンボル分の判定候補を生成した結果を図 6 (b) の表に示す。分かりやすいように、図 3 の (1) の変換テーブルを本表に再表示した。変換テーブルの  $L_1$  から  $L_4$  は、多値データの  $LSB$  のみを示しており、これによって多値データが偶数か奇数かを示している。従って、変換テーブル上の 0 は偶数を、1 は奇数を示している。各シンボルの第 1 候補と第 2 候補は、一方が偶数であり、他方は奇数である。変換テーブルに従って、各シンボルの偶数又は奇数の候補を選択して、1 セット内の 4 シンボル分の判定候補を 4 通り生成する。

次に、4 通りの判定候補から最終判定結果を出力する。各シンボルの信号値 (波形等化回路の出力信号値) と各候補のシンボル値に対応した信号値との誤差を 4 シンボル分加算し、誤差の合計が最小である候補を最終判定結果とする。各候補のシンボル値に対応した信号値は、テーブル上の信号値を使用する。例えば、判定候補において、 $S_1 = 2$ 、 $S_2 = 4$ 、 $S_1$  の前の多値データのシンボル値が 5 であった場合は、 $S_1$  に対応する信号値は、 $T(5, 2, 4)$  を使用する。或



いは、前後のシンボルの信号値を仮判定して、テーブル上の信号値を使用しても良い。

このようにして、第1の多値データ判定方法によって決定された各シンボルの第1候補と第2候補を使用して、変換テーブルに従った1セット内の判定候補を生成しているので、判定結果の信頼性が向上する。更に、冗長ビットが2ビットに増加しているので、判定候補数が $1/4$ に減り、誤判定を低減できる。

#### 【0021】

前記の説明では、1セット内のデータを使用して最終判定結果を出力しているが、変換ルールに前のセットのデータも使用している場合は、複数セットのデータを使用して多値データ判定を行う。以下にその方法を説明する。

まず、各セットにおいて、Pが「0」の場合と「1」の場合のそれぞれについて、誤差が最小になる候補を選択する。次に、複数セットの先頭のセットでPが「0」の場合と「1」の場合について、Pによって関連付けられたその後のセットの候補を選び、複数セット分の候補を2系列分作成する。両者の内、誤差の小さい方を最終判定結果として出力する。こうする事で多値データの判定時に、対象とするセットだけではなく、そのセットを含む複数のセットを加味した多値判定が行え、誤りを低減できる。

前記の説明では、複数セットで第2の多値データを出力する時に、各セットで誤差が最小になる候補のみを使用したが、それ以外の候補を使用する事もできる。例えば、誤差が2番目に小さい候補や更には、全候補を使用して、複数セットの各候補の全組合せから、誤差が最小になる候補を最終判定結果としても良い。こうする事で、複数セットの組み合わせにおいて、各セットで誤差が最小になる候補の組み合わせが、最小の誤差にならない場合には、より多値判定の精度が向上する。

#### 【0022】

以上に説明した多値データ処理方法は、マイクロプロセッサやデジタルシグナルプロセッサ等を用いたコンピュータシステム上で動作するソフトウェアとして実現できるが、専用のハードウェアとしても実現できる。以下に、専用のハードウェアを用いた実施形態について説明する。

まず、多値化回路 15 の実施形態について説明する。

図 7 は、2 値データを多値データに変換する多値化回路 15 の一実施形態の構成図である。

ここでは、一例として 10 ビットの 2 値データを 4 シンボルの 8 値データ（3 ビット）に変換する回路を示した。

この多値化回路 15 は、4 ビットのデータを入力し、その内の 1 ビットを出力する 3 個のセレクタ 35、37、39 と、2 ビットデータを 4 ビットに変換する変換回路 41 からなり、10 ビットの平行データを入力し、1 シンボルを 3 ビットとする平行データを出力する構成となっている。この他に、入出力データのタイミングに合わせて、各セレクタの切換を制御するための回路等が必要であるが、図示を省略した。

この多値化回路 15 によって、2 値データを多値データに変換する動作を以下に説明する。

変換回路 41 は、半導体メモリや論理回路を使用して変換テーブルを実現できる。その後、3 個のセレクタから（D3、D4、L1）、（D5、D6、L2）、（D7、D8、L3）、（D9、D10、L4）、（D3、D4、L1）が順に出力されるようにセレクタ 35、37、39 を制御する。このような簡単なハードウェアにより 2 値データを多値データに変換できる。

更に、変換回路 41 に既に出力済みの多値データを入力すれば、他のセット内のデータを関係付けるデータ変換が可能になる。

また、図 7 に示した 2 値データを多値データに変換する回路から出力される多値データとテストデータとを切換回路によって切り換えて出力することもでき、それによりテストデータとユーザーデータとしての多値データとを混合して出力できるようになる。

図 8 は、テストデータ発生回路の一例を示す構成図である。図 8 に示すように、9 ビットのバイナリカウンタ 43 の出力を 3 ビットずつに分けて、各々を 8 値（3 ビット）の多値データとして出力する事で、テストデータを発生できるようになっている。

次に、多値判定回路 29 について説明する。図 9 は、図 1 に示した多値判定回

路 29 の機能ブロック図である。図 9 に示すように、この多値判定回路 29 は、第 1 の多値データ判定方法を実現する第 1 の多値データ判定回路 45 と、第 2 の多値データ判定方法を実現する第 2 の多値データ判定回路 47 とからなる。第 1 の多値データ判定回路 45 が各シンボルの判定候補の第 1 候補と第 2 候補とを出力し、第 2 の多値データ判定回路 47 にて最終判定を行い、再生多値データを出力する。

### 【0023】

次に、それぞれの多値データ判定回路 45、47 について説明する。

図 10 は、第 1 の多値データ判定回路 45 の内部構成図である。以下に、この第 1 の多値データ判定回路 45 の主な構成要素およびその機能を示す。

#### (1) 平均化回路 49

波形等化回路 27 より信号値の平均値を求める。

#### (2) テーブル用メモリ回路 51

図 5 に示したテーブルを実現するためのメモリ回路であり、テーブルを作成する時に信号値を入力するためのデータ入力端子と、誤差算出時に信号値を出力するためのデータ出力端子を備え、メモリのアドレス入力端子を複数個の多値データの値として使用する。例えば、3 個の 8 値データが連続するテーブルを作成するのであれば、9 ビットのアドレスデータを 3 ビットずつ使用する。又、後述する図 11 の第 2 の多値データ判定回路 47 へも信号値を出力する。

#### (3) 仮判定回路 53

加算器等によって数式 1 および数式 2 の計算を実行してしきい値を決定し、更に、コンパレータ等によって数式 3 を実行して、連続 3 個の多値データの両端の多値データを仮判定する。

#### (4) 判定候補生成回路 55

仮判定回路 53 から出力される連続 3 個の多値データの両端の多値データのシンボル値と、中央の多値データの候補のシンボル値 (0 ~ 7) を出力する。

#### (5) アドレス切換回路 57

テーブル用メモリ回路 51 のアドレス入力の切換回路であり、テーブル作成時と仮判定のためのしきい値を算出する時は、テーブルアドレス生成回路 59 の出

力を入力する。多値データを判定する時は、判定候補生成回路 55 の出力を入力する。後述の図 11 に示す第 2 の多値データ判定回路 47 の判定候補出力回路 67 における判定候補の信号値をテーブルから出力するための切換機能もある。

#### (6) テーブルアドレス生成回路 59

テーブルを作成する場合は、光ディスク 3 上のテストデータを再生し、連続する 3 シンボルの多値データの全組合せの中央の多値データの信号値をテーブル用メモリ回路 51 に入力する。この時の多値データのシンボル値はテストデータとして分かっており、図 8 に示した回路で発生できるので、それをメモリ回路 51 のアドレスを入力するためのアドレス生成回路である。又、仮判定のためのしきい値を算出する時のアドレスも生成する。

#### (7) 誤差算出回路 61

8 候補のテーブル上の信号値と入力した中央の多値データの信号値との誤差を算出する回路。

#### (8) 比較回路 63

誤差算出回路 61 から出力される誤差を小さい順に並べ替える回路。

#### (9) 第 1 第 2 候補選択回路 65

誤差が最小になる候補（第 1 候補）と、次に小さい候補（第 2 候補）とを出力する回路。

この他に、本第 1 の多値データ判定回路 45 や光ディスク装置全体の動作を制御する回路等があるが、図示を省略した。

### 【0024】

次に、前記第 1 の多値データ判定回路 45 の動作を説明する。まず、情報記録媒体上のテストデータを再生し、テーブルアドレス生成回路 59 と平均化回路 49 によって、連続する 3 シンボルの多値データの中央の多値データの信号値をテーブル用メモリ回路 51 に入力し、テーブルを作成する。次に、テーブル上の信号値を仮判定回路 53 に入力して、仮判定用のしきい値を算出する。

次に、情報記録媒体上の 2 値データを多値データに変換した多値データを再生し、連続する 3 シンボルの多値データの内の両端の信号値を仮判定回路 53 に入力し、その仮判定結果による判定候補を判定候補生成回路 55 から 8 通り出力す

る。8通りの判定候補に対応したテーブル上の信号値と、連続する3シンボルの多値データの中央の多値データの信号値との誤差を誤差算出回路61で算出する。算出された誤差を比較回路63で小さい順に並べ替え、第1第2候補選択回路65にて、最小の誤差に対応する判定候補を第1候補として、次に小さい誤差に対応する判定候補を第2候補として出力する。

### 【0025】

図11は、第2の多値データ判定回路47の内部構成図である。以下に、この第2の多値データ判定回路47の主な構成要素およびその機能を記す。

#### (1) 候補信号値出力回路67

入力した各シンボル毎の第1候補と第2候補のシンボル値に対応する信号値を出力する。各候補のシンボル値に対応した信号値は、第1の多値データ判定回路45内のテーブル用メモリ回路51に記憶された値を使用する。従って、入力した第1候補と第2候補のシンボル値を第1の多値データ判定回路45のテーブルのアドレスに入力し、テーブル上の信号値を第2の多値データ判定回路47へ入力し、誤差算出回路69へ出力する。又、各シンボル毎の第1候補と第2候補のシンボル値を第3のレジスタ回路81へ出力する。

#### (2) 誤差算出回路69

入力の信号値と判定候補の信号値との誤差を算出する。

#### (3) 第1のレジスタ回路71

誤差算出回路69の出力を1セット分、又は複数セット分のシンボル数だけ保持する。

#### (4) 第1のセクタ回路73

第1のレジスタ回路71の出力を、変換テーブル87のビットパターンに対応して選択し、セット内或いは複数セットにわたる誤差の合計を算出するために出力する。

#### (5) 加算回路75

第1のセクタ回路73から出力された誤差を加算し、合計値を出力する。

#### (6) 第2のレジスタ回路77

加算回路75の出力を保持する。

(7) 最小値検出回路 7 9

第 2 のレジスタ回路 7 7 の出力から最小値を検出する。

(8) 第 3 のレジスタ回路 8 1

候補信号値出力回路 6 7 からの判定候補のシンボル値系列を 1 セット分、又は複数セット分保持する。

(9) 第 2 のセクタ 8 3

最小値検出回路 7 9 で検出された最小値に対応する、変換テーブル 8 7 上のビットパターンに対応して、第 3 のレジスタ 8 1 に保持された判定候補のシンボル値を選択して、判定結果として出力する。

(10) 制御回路 8 5

本回路の動作を制御する。

(11) 変換テーブル 8 7

2 値データを多値データに変換する時に使用した変換テーブルと同じテーブル。

(12) 変換テーブル選択用数値系列生成回路 8 9

セット毎に変換テーブル 8 7 を切替える場合の、変換テーブルを選択するための数値系列 (P) を生成する回路。変換テーブルが 1 種類の場合は不要である。P が一義的に決まっている場合は、2 値データを多値データに変換する時と同じ系列を生成するようにする。P がセット内のデータとの論理演算で決定される場合は、判定候補のシンボル値を入力して P を生成する。

【0 0 2 6】

次に、前記第 2 の多値データ判定回路 4 7 の動作を説明する。

まず、入力した各シンボルの第 1、第 2 候補に対応する信号値を候補信号値出力回路 6 7 から出力し、誤差算出回路 6 9 により、各シンボルの第 1、第 2 候補の誤差を算出する。又、第 3 のレジスタ回路 8 1 に各シンボルの第 1、第 2 候補のシンボル値を保持する。第 1 のレジスタ回路 7 1 にて、1 セット分又は、複数セット分のシンボルの個数の誤差を保持する。その後、変換テーブル 8 7 に従った全判定候補の信号値の誤差を第 1 のセクタ 7 3 で選択して加算回路 7 5 に入力し、各判定候補毎の誤差の合計を算出して、第 2 のレジスタ回路 7 7 で保持す

る。次に、最小値検出回路 79 にて誤差の合計の最小値を検出する。第 3 のレジスタ回路 81 に保持されている判定候補のシンボル値から、誤差が最小値になる判定候補に対応する各シンボル値をセレクタ 2 によって選択し、再生多値データとして出力する。

特にこの回路では、複数セットの各セットにおける判定候補の、複数セット分の全組合せについて誤差を保持できるので、各セットにおける誤差最小の候補のみの組合せだけでなく、全候補の組み合わせから誤差が最小になる候補を選択できる。

以上に説明した第 1 の多値データ判定回路 45 と第 2 の多値データ判定回路 47 によって、多値判定回路が実現される。更に、前記に説明した多値化回路 15 と多値判定回路 29 を図 1 に示した光ディスク装置に実装する事で、光ディスクへの情報の記録と再生ができる装置が実現できる。

尚、本実施例では、多値信号を量子化する手段として、再生信号の振幅を量子化する A/D 変換を行っているが、他の量子化の実施形態を以下に説明する。

図 12 に、情報記録媒体（例えば光ディスク）上に記録するマークの長さを変化させた多値記録の一実施形態を示す。この場合、再生信号は 2 値であるが、マークに対応するパルスの時間長の変化が多値信号になる。この時間長を、基準クロックで動作するカウンタ回路で計数する事で、多値信号を量子化した信号値（デジタルデータ）が得られる。その後、各信号値から一定の値を減算する事により、前記に説明した A/D 変換を行った場合の実施形態を、図 12 に示した本実施形態に適應できる。

#### 【0027】

#### 【発明の効果】

以上の説明から理解されるように、本発明によれば、 $(m-k)$  ビットの 2 値データを  $m$  ビットに変換し、セット内の多値データの下位 1 ビットに配置して、 $k$  ビットの冗長ビットを付加して 2 値データを多値データに変換しているので、多値データ判定時の判定候補数が  $1/2^k$  になり、誤判定を低減できる。

また、前記  $k$  を  $k=2$  としているので、多値データ判定時の判定候補数が  $1/4$  になり、従来技術の  $1/2$  より判定候補数が減っているので、より誤判定を低

減できる。

また、2 値データを多値データに変換する時に他のセットのデータを関連付けて変換しているので、多値データ判定時に、複数セットを加味した多値判定が行え、誤判定をより低減できる。

また、前記多値データ処理方法で変換された多値データとテストデータとを混合しているので、多値判定時に、テストデータを用いたパターン認識による多値判定方法（第 1 の多値データ判定方法）と、2 値－多値変換ルールに基づいた多値判定方法（第 2 の多値データ判定方法）とを組合せた判定方法が行えるので、多値データ判定時の誤判定をより低減できる。

また、前記第 1 の多値データ判定方法によって決定された各シンボルの判定候補の第 1 候補と第 2 候補とを使用して、第 2 の多値データ判定方法での 1 セット内のシンボル値系列の判定候補を生成しているので、従来技術における、固定したしきい値による多値データの判定候補の生成時の誤りを低減できる。

#### 【0028】

また、 $(m-k)$  ビットの 2 値データを  $m$  ビットに変換し、セット内の多値データの下位 1 ビットに配置して、 $k$  ビットの冗長ビットを付加して 2 値データを多値データに変換する装置であるので、多値データ判定時の判定候補数が  $1/2^k$  になり、誤判定を低減できる。

また、前記  $k$  を  $k=2$  としているので、多値データ判定時の判定候補数が  $1/4$  になり、従来技術の  $1/2$  より判定候補数が減っているので、より誤判定を低減できる。

また、2 値データを多値データに変換する時に他のセットのデータを関連付けて変換している装置であるので、多値データ判定時に、複数セットを加味した多値判定が行え、誤判定をより低減できる。

また、変換された多値データとテストデータとを混合して出力できる装置であるので、多値判定時に、テストデータを用いた第 1 の多値データ判定方法と、第 2 の多値データ判定方法とを組合せた判定方法が行えるので、多値データ判定時の誤判定をより低減できる。

また、第 1 の多値データ判定方法によって決定された各シンボルの判定候補の



第1候補と第2候補とを使用して、第2の多値データ判定方法での1セット内のシンボル値系列の判定候補を生成する装置であるので、従来技術における、固定したしきい値による多値データの判定候補の生成時の誤りを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による多値データ処理装置を含む光ディスク装置の一実施形態の概略ブロック図である。

【図2】

多値化回路15において2値データを多値データに変換する方法を示す説明図である。

【図3】

図2に示した変換テーブル34の一例を示す図である。

【図4】

多値判定回路29における多値データ判定方法の流れを示すブロック図である。

【図5】

テストデータにおける3シンボル連続多値データの全組合せの中央の多値データの信号値を記憶したテーブルを示す図である。

【図6】

(a)は入力した1セット内の各シンボルの第1候補と第2候補の例を示し、(b)は図3の(1)の変換テーブルに基づいて、各シンボルの第1候補と第2候補を使用して、1セット内の4シンボル分の判定候補を生成した結果を示す図である。

【図7】

2値データを多値データに変換する多値化回路15の一実施形態の構成図である。

【図8】

テストデータ発生回路の一例を示す構成図である

【図9】

多値判定回路 29 の機能ブロック図である。

【図 10】

第 1 の多値データ判定回路 45 の内部構成図である。

【図 11】

第 2 の多値データ判定回路 47 の内部構成図である。

【図 12】

情報記録媒体（例えば光ディスク）上に記録するマークの長さを変化させた多値記録の一実施形態を示す図である。

【図 13】

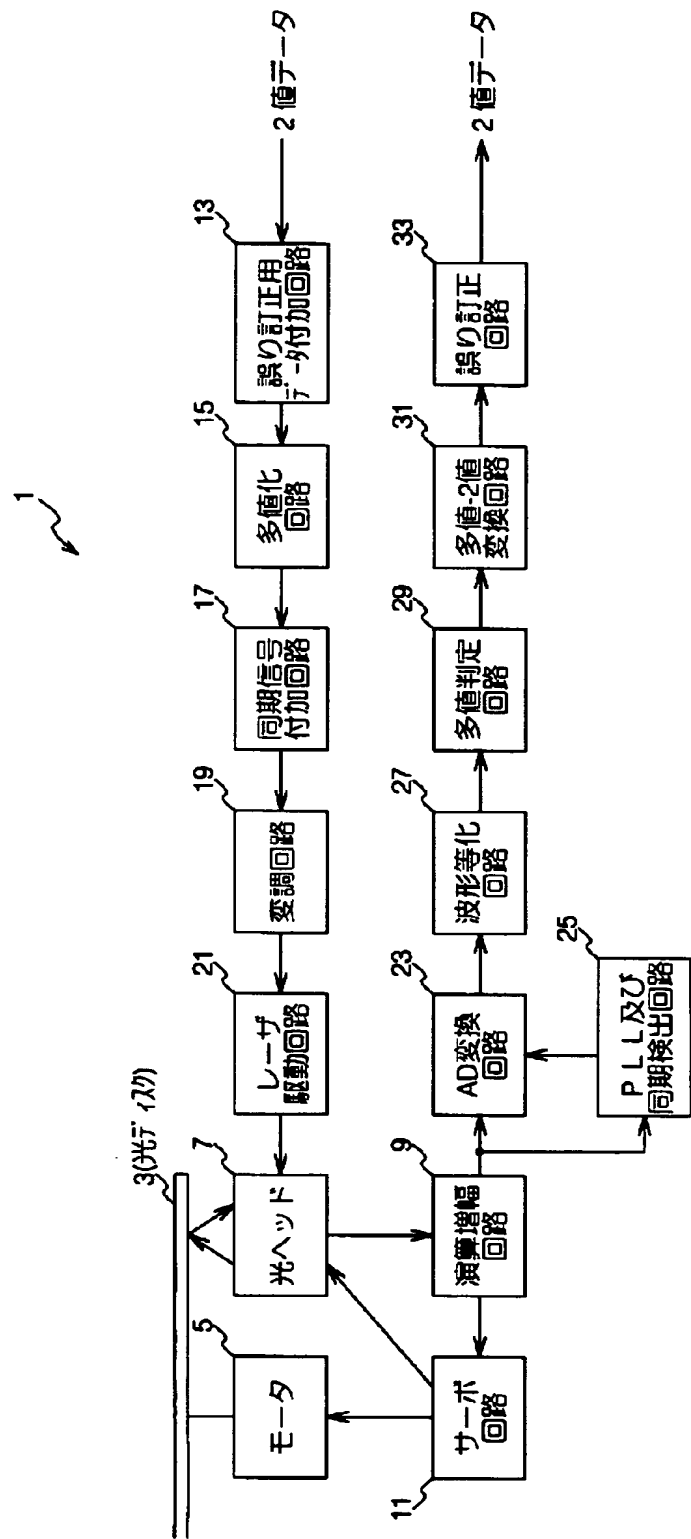
従来の多値データ処理方法の処理の流れを示すブロック図である。

【符号の説明】

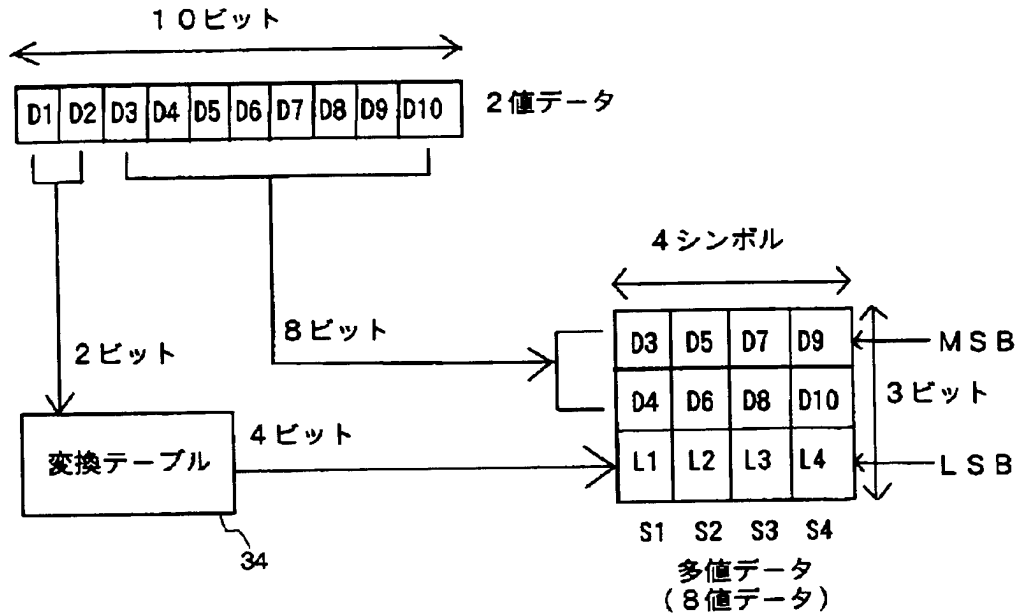
1 光ディスク装置、3 光ディスク（情報記録媒体）、5 モーター、7 光ヘッド、9 演算増幅回路、11 サーボ回路、13 誤り訂正用データ付加回路、15 多値化回路、17 同期信号付加回路、19 変調回路、21 レーザー駆動回路、23 AD変換回路、25 PLLおよび同期検出回路、27 波形等化回路、29 多値判定回路、31 多値-2値変換回路、33 誤り訂正回路、34・87 変換テーブル、35・37・39 セレクタ、41 変換回路、43 バイナリカウンタ、45 第1の多値データ判定回路、47 第2の多値データ判定回路、49 平均化回路、51 テーブル用メモリ回路、53 仮判定回路、55 判定候補生成回路、57 アドレス切換回路、59 テーブルアドレス生成回路、61 誤差算出回路、63 比較回路、65 第1第2候補選択回路、67 候補信号値出力回路、69 誤差算出回路、71 第1のレジスタ回路、73 第1のセレクタ回路、75 加算回路、77 第2のレジスタ回路、79 最小値検出回路、81 第3のレジスタ回路、83 第2のセレクタ、85 制御回路、89 変換テーブル選択用数値系列生成回路

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

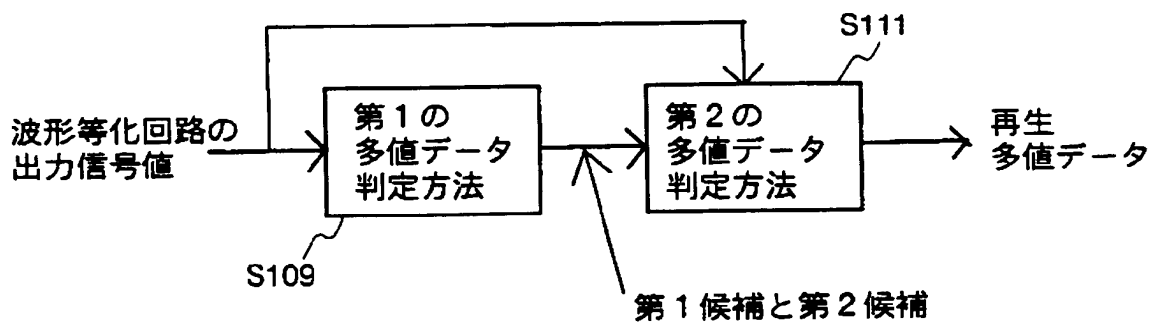


【図 3】

34

	(1)	(2)	(3)	(4)
D1 D2	L1 L2 L3 L4	L1 L2 L3 L4	L1 L2 L3 L4	L1 L2 L3 L4
0 0	0 0 0 0	0 0 0 1	1 0 0 0	0 0 1 1
0 1	0 1 1 0	1 1 0 1	1 0 1 1	0 1 0 1
1 0	1 0 0 1	0 0 1 0	0 1 0 0	1 0 1 0
1 1	1 1 1 1	1 1 1 0	0 1 1 1	1 1 0 0

【図 4】



【図 5】

多値データのシンボル値			中央の多値データの 信号値
前	中央	後	
0	0	0	T (0, 0, 0)
0	0	1	T (0, 0, 1)
0	0	2	T (0, 0, 2)
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
p	q	r	T (p, q, r)
.	.	.	.
.	.	.	.
7	7	6	T (7, 7, 6)
7	7	7	T (7, 7, 7)

【図 6】

(a)

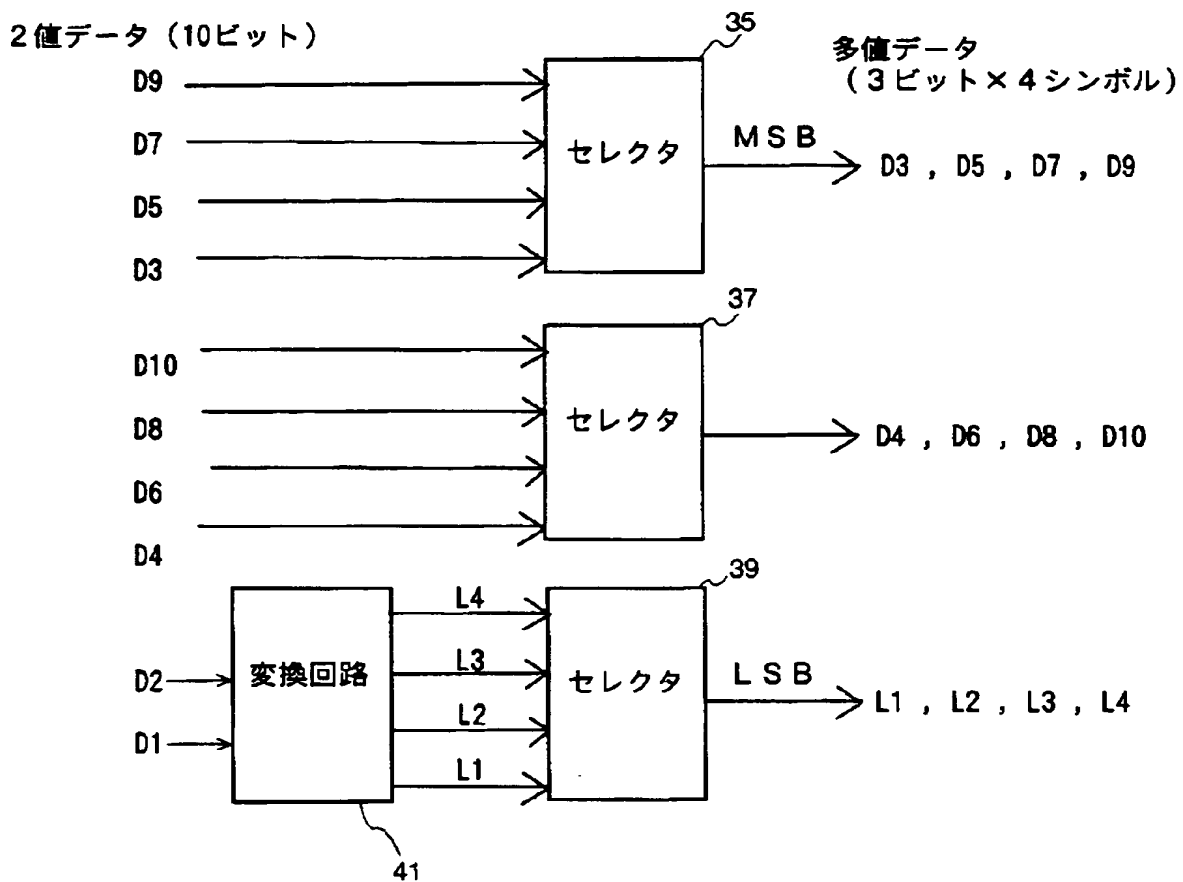
各シンボルの第1候補 (q1) と  
第2候補 (q2)

	S1	S2	S3	S4
q1	2	5	6	1
q2	3	4	7	2

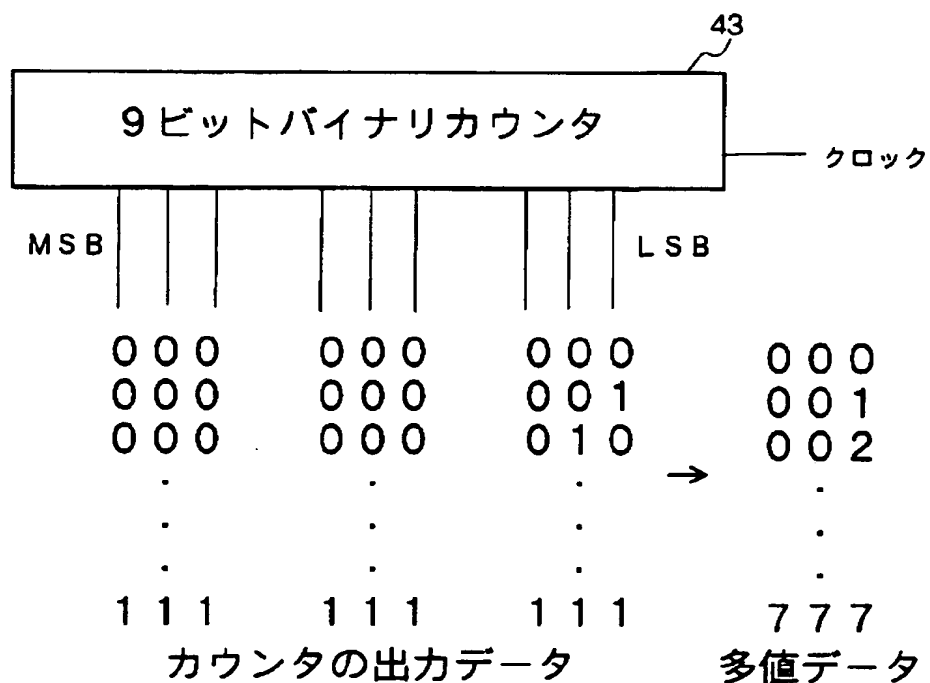
(b)

変換テーブル(1)	セット内の判定候補			
L1 L2 L3 L4	S1	S2	S3	S4
0 0 0 0	2	4	6	2
0 1 1 0	2	5	7	2
1 0 0 1	3	4	6	1
1 1 1 1	3	5	7	1

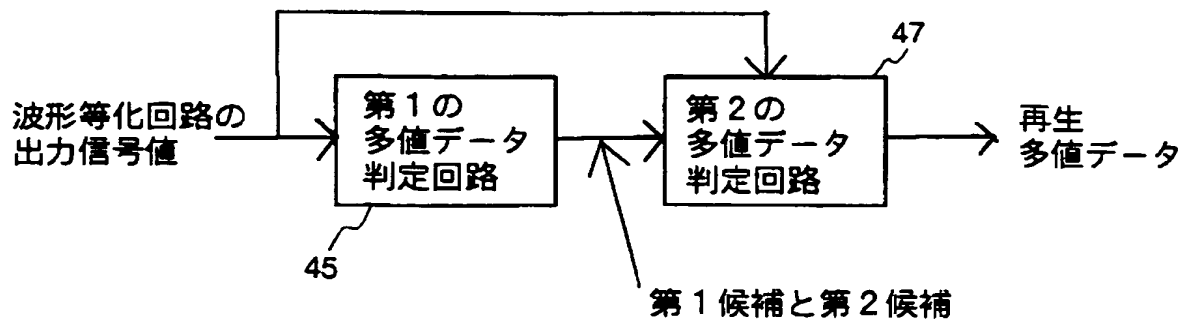
【図 7】



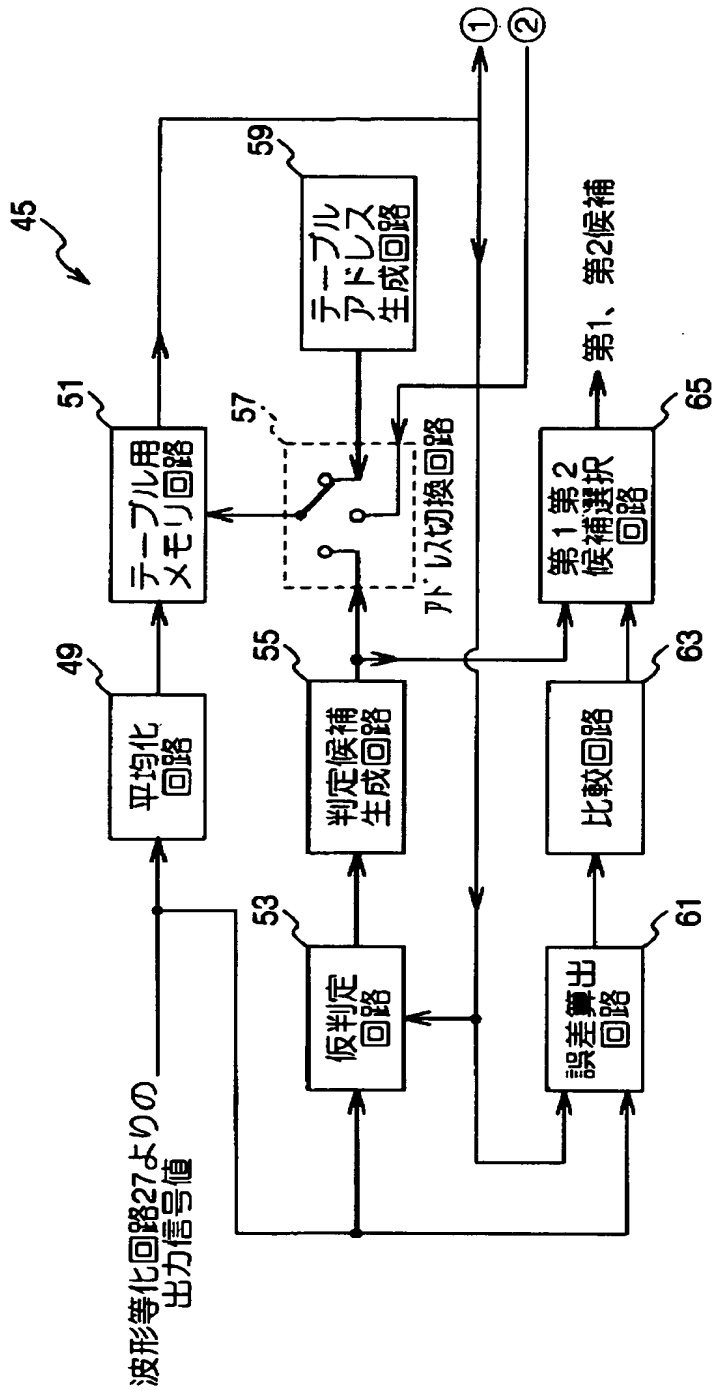
【図 8】



【図 9】

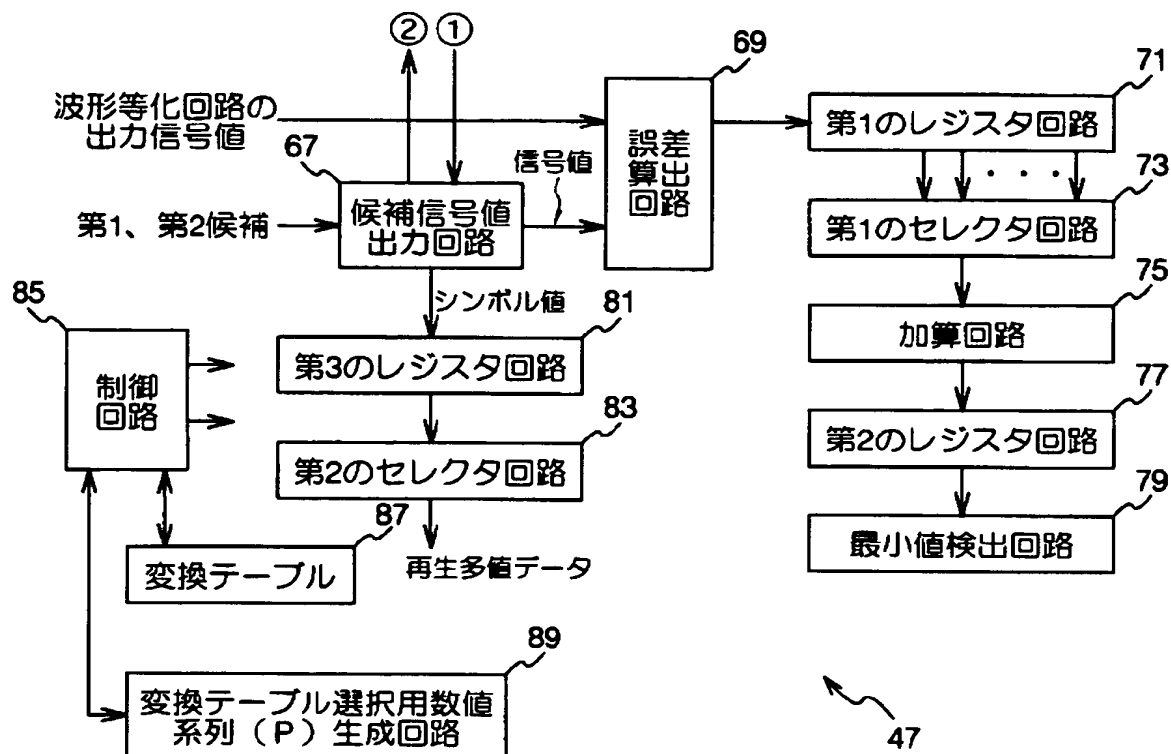


【図 10】

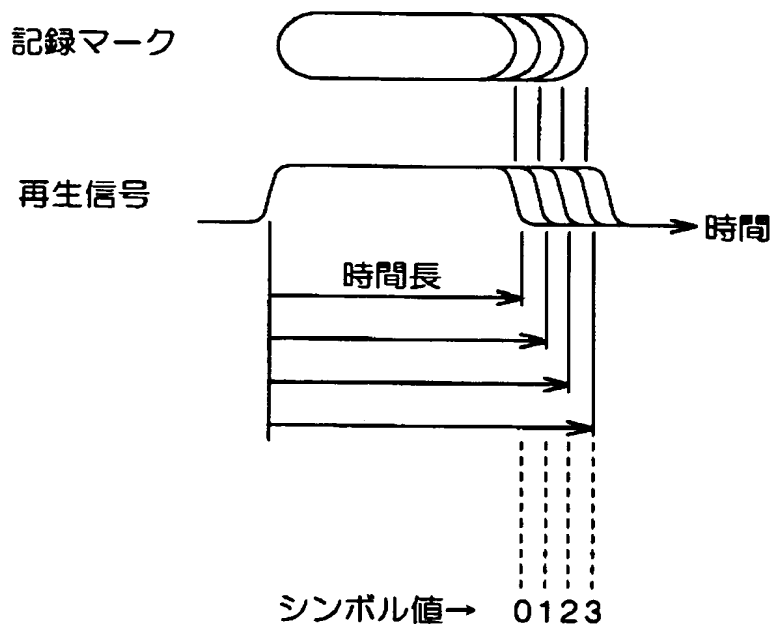




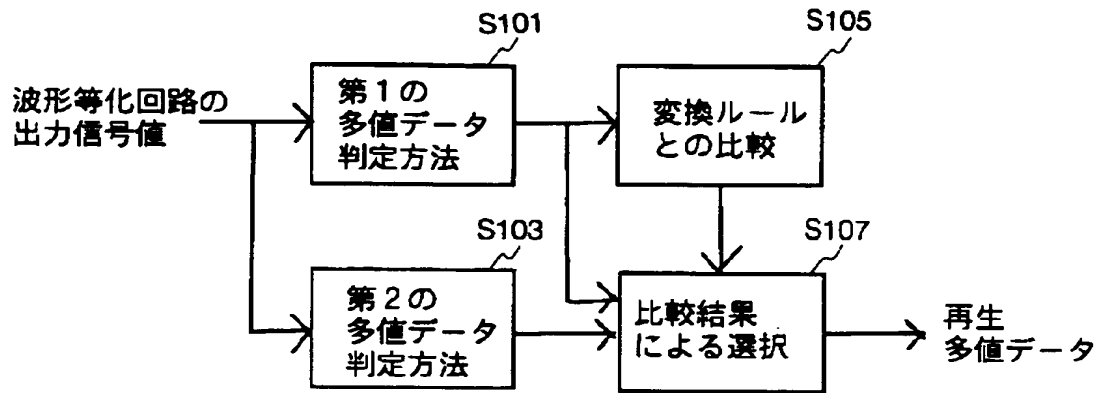
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多値データをより正しく再生できる多値データ処理方法及び装置を提供する。

【解決手段】 2値データを1シンボルが $n$ ビット ( $n \geq 2$ である整数) からなる多値データに変換する多値データ処理方法であって、  $\{(n-1) \times m\}$  ビット ( $m \geq 2$ である整数) の2値データを $m$ シンボルの多値データの上位  $(n-1)$  ビットに配置し、さらに、 $(m-k)$  ビット ( $m > k \geq 1$ である整数) の2値データを所定の規則で $m$ ビットに変換して前記 $m$ シンボルの多値データの下位1ビットに配置して、 $(n \times m - k)$  ビットの2値データを $m$ シンボルからなる1セットの多値データに変換する構成となっている。

【選択図】 図4

特願 2 0 0 2 - 3 1 6 8 2 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 7 4 7 ]

- |           |                        |
|-----------|------------------------|
| 1 . 変更年月日 | 1 9 9 0 年    8 月 2 4 日 |
| [変更理由]    | 新規登録                   |
| 住    所    | 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 |
| 氏    名    | 株式会社リコー                |
|           |                        |
| 2 . 変更年月日 | 2 0 0 2 年    5 月 1 7 日 |
| [変更理由]    | 住所変更                   |
| 住    所    | 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 |
| 氏    名    | 株式会社リコー                |